

В.В.КНЯЗЕВ, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., НТУ «ХПИ»;

Ю.С.НЕМЧЕНКО, гл. метролог, НТУ «ХПИ»;

И.П.ЛЕСНОЙ, зав. лаб., НТУ «ХПИ»;

С.Б.СОМХИЕВ, вед. инж., НТУ «ХПИ»;

Т.Н.ОСТРОВЕРХ, вед. инж., НТУ «ХПИ»

УСТАНОВКА У-ФНИЧ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА НЕВОСПРИИМЧИВОСТЬ К ФЛУКТУАЦИЯМ НАПРЯЖЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЮ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Описано конструкцію і результати атестації установки У-ФНИЧ, призначеної для випробувань технічних засобів на несприйнятливості до флуктуацій напруг та зміни частоти електромережі згідно з діючими в Україні стандартами. Установка генерує як повні циклограми випробувальної напруги, так і по окремим фрагментам.

The design and results of the qualification of the device named «U-FVVF», intended for test the technical facilities for immunity to voltage fluctuation and to variation of power frequency in accordance with acting in Ukraine normative documents, are described. Installation generates both full cycloramas of the test voltage, and on separate fragment.

Флуктуации напряжений (ФН) и изменения частоты (ИЧ) в системах электропитания приводят к ухудшению рабочих характеристик оборудования, потере функций в системах управления, к нестабильности внутренних напряжений и токов в оборудовании, к увеличению пульсаций, к потере синхронизации и другим нежелательным явлениям. Основными источниками ФН и ИЧ являются силовые распределительные системы и силовое электронное оборудование, которое при работе или коммутации может создавать помехи в линиях электропитания, в сигнальных линиях и линиях управления техническими средствами (ТС). Технические требования и методика проведения испытаний регламентируются гармонизированными в Украине международными стандартами ДСТУ ІЕС 61000-4-14:2008 [1] и ДСТУ ІЕС 61000-4-28:2008 [2].

Формы ФН и ИЧ электропитания и технические требования к их амплитудно-временным параметрам приведены на рис. 1-5 и табл. 1 и 2.

На рис. 1 приведена полная циклограмма испытательного напряжения вида ФН. На этой циклограмме видны три фрагмента: 1 фрагмент ($U_H \pm \Delta U$), 2 фрагмент ($0,9 U_H + \Delta U$) и 3 фрагмент ($1,1 U_H - \Delta U$), где U_H – номинальное напряжение, ΔU – величина флуктуации (изменения) напряжения.

На рис. 4 приведена полная циклограмма испытательного напряжения

вида ИЧ. На этой циклограмме видны два фрагмента: 1 фрагмент ($f_H + \Delta f$) и 2 фрагмент ($f_H - \Delta f$), где f_H – номинальная частота напряжения, Δf – величина изменения частоты напряжения.

Таблица 1 – Нормированные точностные характеристики установки У-ФНИЧ в режиме генерирования ФН

Класс	Флуктуация напряжения ΔU , % от U_H			Погрешности		
	при номи- нальном напряжении U_H	при по- вышенном напряже- нии $1,1 U_H$	при пони- женном на- пряжении $0,9 U_H$	уста- новле- ния U_H , %	уста- нове- ния ФН, %	уста- нове- ния частоты, %
1	2	3	4	5	6	7
1	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.
2	± 8	-8	+ 8	± 1	± 5	$\pm 2,5$
3	± 12	-12	+ 12	± 1	± 5	$\pm 2,5$
Примечание: Напряжение $U_H = 220$ В.						

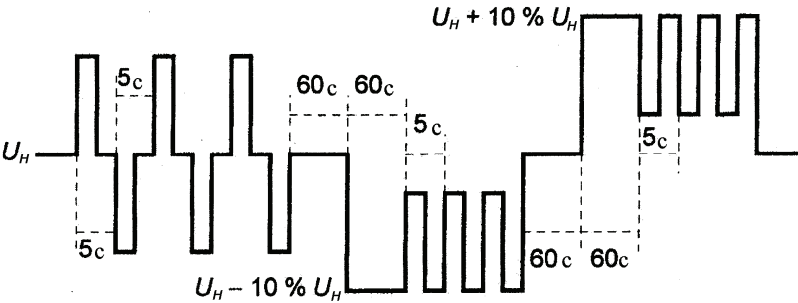


Рисунок 1 – Полная циклограмма испытательного напряжения вида ФН

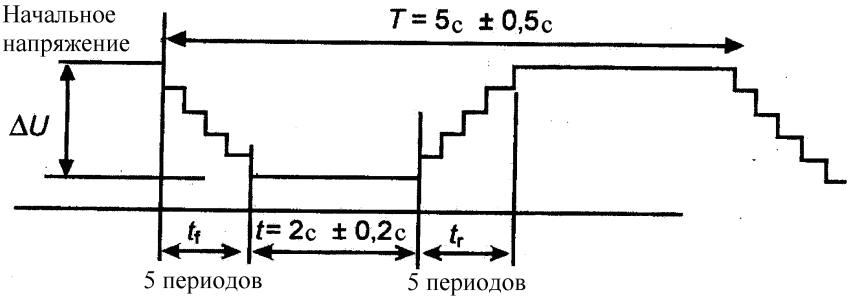
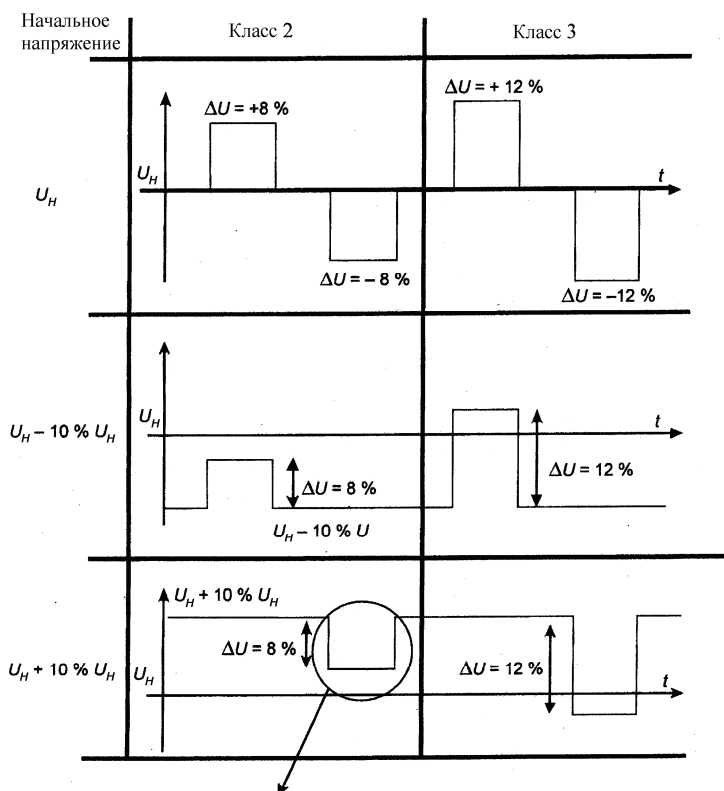


Рисунок 2 – Диаграмма нарастания и спада испытательного напряжения в течение одного цикла флуктуации



см. рис. 2

Рисунок 3 – Диаграммы испытательных напряжений при разных уровнях начального напряжения

Таблица 2 – Нормированные точностные характеристики установки У-ФНИЧ в режиме генерирования ИЧ

Испытательный уровень	Изменение частоты Δf , % от f_H	Переходной период t_P , с	Погрешности	
			временных интервалов, %	установление изменения частоты, %
1	2	3	4	5
1	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.
2	± 3	10	± 10	0,3
3	+ 4 -6	10	± 10	0,3
4	± 15	1	± 10	0,3
Примечание. Частота $f_H = 50$ Гц.				

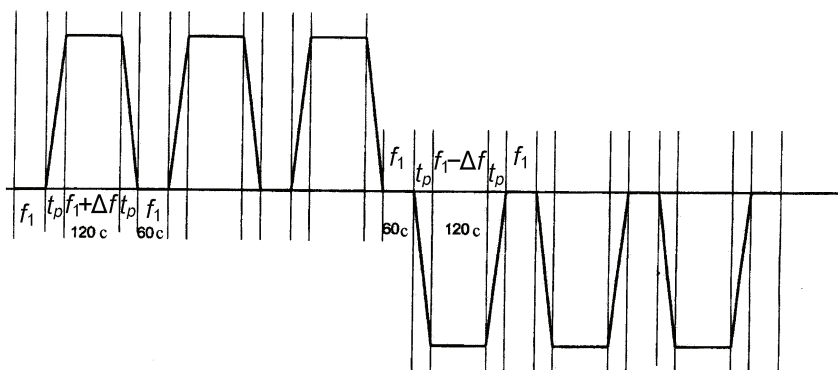


Рисунок 4 – Полная циклограмма испытательного напряжения вида ИЧ

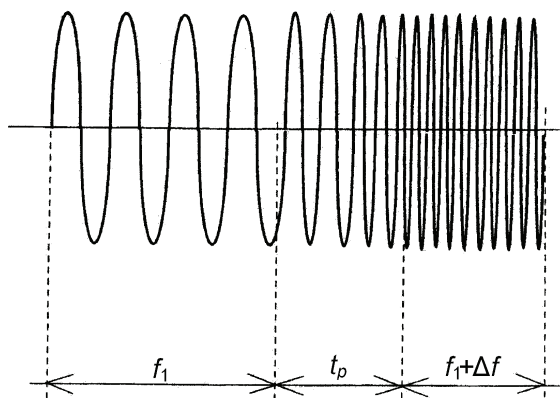


Рисунок 5 – Пример переходного процесса t_D

Ниже описана разработанная и изготовленная в НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» установка У-ФНИЧ, предназначенная для лабораторных испытаний ТС на невосприимчивость к флуктуациям напряжений и изменению частоты электропитания по вышеуказанным стандартам. Установка У-ФНИЧ позволяет испытывать ТС как по полной циклограмме испытаний, так и по отдельным ее фрагментам. Основные технические и конструктивные параметры испытательной установки У-ФНИЧ приведены в табл. 3.

Установка У-ФНИЧ состоит из трех независимых узлов: генератора флуктуации напряжения и изменения частоты (Г-ФНИЧ), низкочастотного усилителя мощности (УМ) типа CS4400 и повышающего трансформатора (ПТ).

Установка У-ФНИЧ предназначена для испытания ТС ФН для двух классов электромагнитной обстановки (2 и 3) и ИЧ для трех испытательных

уровней (2, 3 и 4). Общий вид установки У-ФНИЧ приведен на рисунке 6, а структурная схема – на рис. 7.

Таблица 3

Наименование характеристики	Размерность	Величина
1 Напряжение сети питания	В Гц	220 50
2 Мощность, потребляемая от сети, не более	кВ А	5
3 Масса, не более: – Г-ФНИЧ – УМ – ПТ*	кг	4 30 15
4 Габаритные размеры, не более: – Г-ФНИЧ – УМ – ПТ*	мм	260x150x320 482x88x500 480x210x495
Примечание. Повышающий трансформатор ПТ размещен в корпусе генератора Г-ГИГ.		

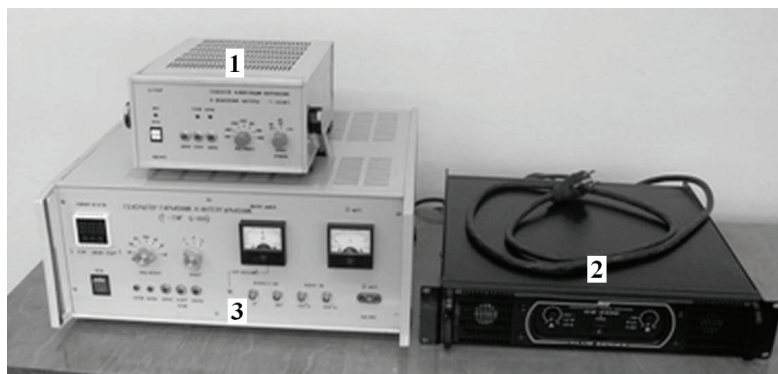


Рисунок 6 – Общий вид установки У-ФНИЧ: 1 – Г-ФНИЧ; 2 – УМ; 3 – ПТ (размещен в корпусе генератора Г-ГИГ)

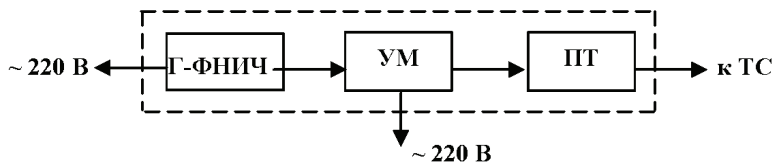


Рисунок 7 – Структурная схема установки У-ФНИЧ

Генератор Г-ФНИЧ собран в металлическом корпусе и его общий вид показан на рис. 8.



Рисунок 8 – Общий вид генератора Г-ФНИЧ

На передней панели генератора Г-ФНИЧ, рис. 9, расположены следующие органы управления и контроля:

- клавиша СЕТЬ с подсветкой служит для подачи напряжения питания 220 В 50 Гц на генератор У-ФНИЧ и для его отключения после окончания работы;
- переключатель ВИД ИСПЫТ. служит для установления вида испытаний и имеет семь положений:
 - ФН – «Флуктуация напряжения» (полная циклограмма напряжения);
 - ФН1 – «Флуктуация напряжения 1» (первый фрагмент циклограммы напряжения);
 - ФН2 – «Флуктуация напряжения 2» (второй фрагмент циклограммы напряжения);
 - ФН3 – «Флуктуация напряжения 3» (третий фрагмент циклограммы напряжения);
 - ИЧ – «Изменение частоты» (полная циклограмма частоты);
 - ИЧ1 – «Изменение частоты» (первый фрагмент циклограммы частоты);
 - ИЧ2 – «Изменение частоты» (второй фрагмент циклограммы частоты).
- переключатель КЛАСС/УРОВЕНЬ служит для установления класса электромагнитной обстановки (2 положения: «К2» и «К3») и испытательных уровней (3 положения: «У2», «У3» и «У4»);
- кнопка СТАРТ служит для включения работы генератора в одном из выбранных режимов;
- кнопка СБРОС служит для возвращения генератора в начальное со-

- стояние;
- кнопка ПАУЗА служит для приостановки установленных режимов работы генератора в любом месте циклограммы, а при повторном нажатии ее – для возобновления установленных режимов работы;
 - лампочка ВКЛ при горении показывает, что сеть 220 В 50 Гц подана на генератор;
 - лампочка ГОТОВ при горении показывает, что генератор готов к генерированию видов испытаний;
 - лампочка ПАУЗА при горении сигнализирует о наличии паузы в циклограмме испытаний.



Рисунок 9 – Передняя панель генератора Г-ФНИЧ



Рисунок 10 – Задняя панель генератора Г-ФНИЧ

На задней панели генератора Г-ФНИЧ (рис. 10) расположены следующие органы управления и контроля:

- разъем СЕТЬ служит для подключения к генератору Г-ФНИЧ сетевого кабеля;
- 0,5 А – предохранитель;
- клемма \perp служит для подключения генератора Г-ФНИЧ к контуру заземления;
- разъемы ВЫХОД К УМ (0° и 180°) служат для подключения выхода генератора к усилителю мощности;
- кнопка БЛОК. ВЫКЛ. служит для блокировки клавиши СЕТЬ с целью исключения несанкционированного отключения входного напряжения усилителя мощности;
- разъем 5 В СИНХР. ЭО служит для внешней синхронизации осциллографа.

На рис. 11-16 показаны результаты измерения выходного напряжения на выходе установки У-ФНИЧ в разных режимах работы.

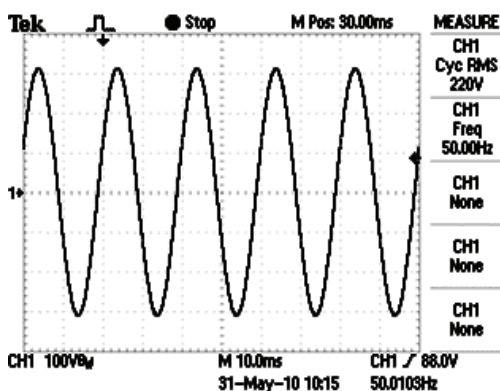


Рисунок 11 – Осциллограмма номинального напряжения электропитания – 220 В 50 Гц

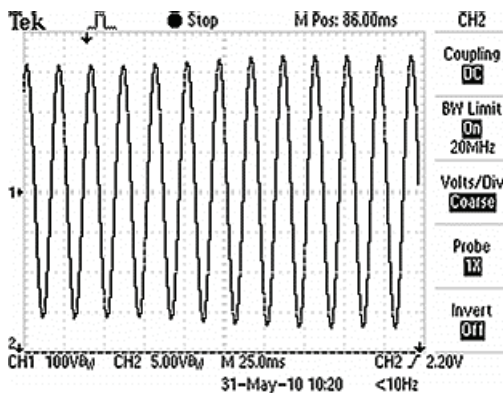


Рисунок 12 – Осциллограмма повышения напряжения (режим генерирования ФН)

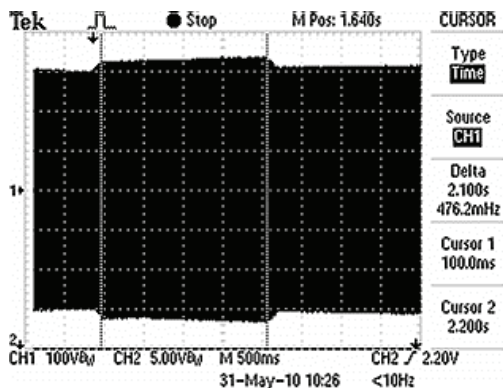


Рисунок 13 – Осциллограмма длительности повышения напряжения (режим генерирования ФН)

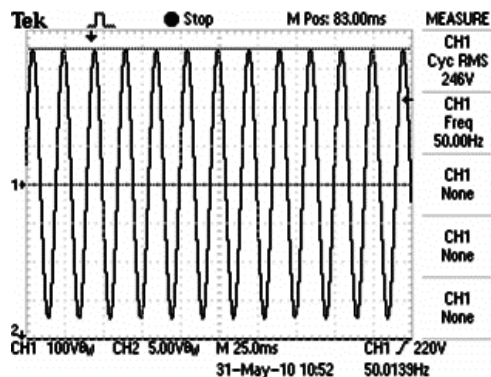


Рисунок 14 – Осциллограмма положительного всплеска номинального напряжения (режим генерирования ФН)

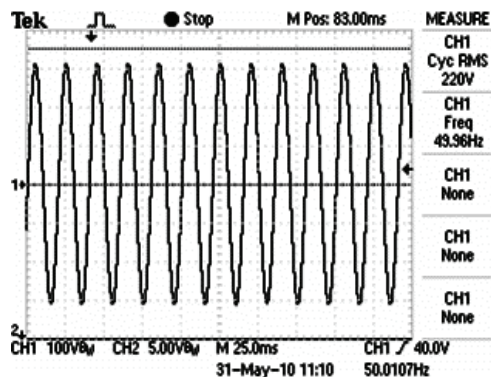


Рисунок 15 – Осциллограмма напряжения электропитания номинальной частоты (режим генерирования ИЧ)

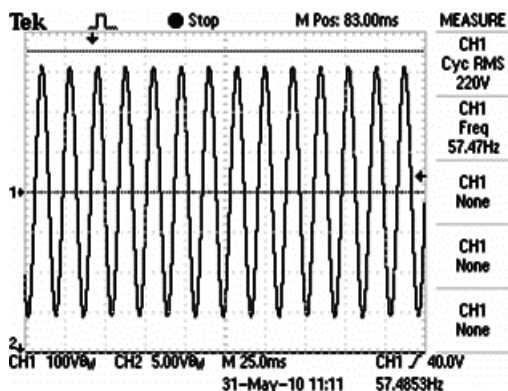


Рисунок 16 – Осциллограмма напряжения электропитания повышенной частоты (режим генерирования ИЧ)

Установка У-ФНИЧ успешно прошла государственную аттестацию и успешно применяется в испытательной лаборатории НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» для проведения различного рода испытаний ТС, включая сертификационные, на невосприимчивость к флуктуациям напряжений (по ДСТУ ІЕС 61000-4-14:2008) и изменению частоты электропитания (по ДСТУ ІЕС 61000-4-28:2008).

Список литературы: 1. ДСТУ ІЕС 61000-4-14:2008 Электромагнитная совместимость. Часть 4-14. Методики испытаний и измерений. Испытания невосприимчивости к флуктуациям напряжения. 2. ДСТУ ІЕС 61000-4-28:2008 Электромагнитная совместимость. Часть 4-14. Методики испытаний и измерений. Испытания невосприимчивости к изменению частоты электросети.

Поступила в редколлегию 22.06.2010